

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 11 日 (11.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/074016 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/31, 21/3065
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001057
(22) 国際出願日: 2005 年 1 月 27 日 (27.01.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-020157 2004 年 1 月 28 日 (28.01.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).

(ISHIZUKA, Shuichi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 佐々木 勝 (SASAKI, Masaru) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン A T 株式会社内 Hyogo (JP). 高橋 哲朗 (TAKAHASHI, Tetsuro) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 前川 浩治 (MAEKAWA, Koji) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 高山 宏志 (TAKAYAMA, Hiroshi); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 丁目 1 8 番 9 号 新横浜 I C ビル 6 階 Kanagawa (JP).

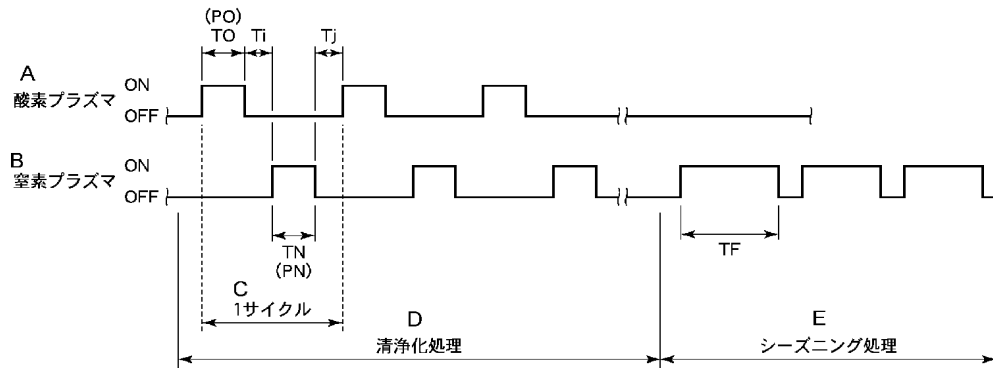
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石塚 修一

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CLEANING PROCESS CHAMBER OF SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, AND METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 基板処理装置の処理室清浄化方法、基板処理装置、および基板処理方法



A.. OXYGEN PLASMA
B.. NITROGEN PLASMA
C.. 1 CYCLE
D.. CLEANING
E.. SEASONING

(57) Abstract: Disclosed is a method for cleaning a process chamber of a substrate processing apparatus where a substrate to be processed is placed in the process chamber and a certain processing is performed on the substrate. In this method, a step for generating a plasma of an oxygen-containing gas in the process chamber and a step for generating a plasma of a nitrogen-containing gas in the process chamber are performed alternately.

(57) 要約: 処理室に被処理基板を収容し、前記被処理基板に所定の処理を施す基板処理装置の処理室を清浄化するにあたり、処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを交互に実施する。



WO 2005/074016 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

基板処理装置の処理室清浄化方法、基板処理装置、および基板処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、たとえば、半導体装置の製造プロセスで使用される、基板処理装置の処理室清浄化方法、基板処理装置、および基板処理方法に関する。

背景技術

[0002] たとえば、半導体装置における回路構造の微細化に伴って、半導体装置の製造プロセスで使用される基板処理装置においては半導体基板が収容される処理室には極めて高い清浄度が要求されるようになってきている。

[0003] このため、たとえば、特許文献1では、酸洗浄にて表面に付着した汚染物質を容易に除去することが可能なシリコン結晶体を、処理室内においてプラズマに臨む部分に配置し、処理室内のプラズマに曝される領域の清浄度を高める技術が開示されている。

[0004] また、特許文献2では、窒素含有化合物とフッ素含有化合物を含むクリーニングガスを堆積装置の処理室内に導入してプラズマを発生させ、処理室内の残留物を揮発性の生成物として除去する技術が開示されている。

[0005] さらに、特許文献3には、処理室にガスを導入してプラズマ化し、このプラズマのスパッタエッチングによって、処理室内に設置されたセラミック部材から汚染物質を除去する技術が開示されている。

[0006] しかしながら、上述のような従来技術ではフッ素含有化合物のような腐食性ガスによる処理室内の金属部材の腐食や処理室内におけるスパッタによる部材ダメージ及びスパッタされた汚染物質の再付着などにより、近年要求される清浄度には対応できなくなってきた。

[0007] たとえば、半導体装置のゲート酸化膜の形成工程は、トランジスタの特性を左右する重要な工程であり、鉄(Fe)、銅(Cu)等の金属汚染物質はトランジスタの特性に大きな悪影響を及ぼすため、従来よりも高い清浄度を得ることができる汚染除去技術が

要求されている。

[0008] 一方、処理室の清浄化の別の方法として、大気開放して純水または溶剤による払拭処理を行うことも考えられるが、上述のように清浄度の要求レベルが高い場合には、大気開放による汚染物質の持ち込み等の影響で、却って清浄度が低下することが懸念される。また、大気開放のためには、処理室の分解や再組立という煩雑で長時間を要する作業が必要となり、基板処理装置の稼働率が著しく低下するという技術的課題もある。

[0009] 特許文献1:特開2002-353206号公報

特許文献2:特開平9-232299号公報

特許文献3:特開平11-3878号公報

発明の開示

[0010] 本発明の目的は、基板処理装置の稼働率を低下させることなく、被処理基板が収容される処理室を迅速に清浄化することが可能な基板処理装置の処理室清浄化方法を提供することにある。

[0011] 本発明の他の目的は、プラズマ処理装置の立ち上げ時等のように処理室の内部の汚染度が比較的高い場合においても、比較的短時間に被処理基板が収容される処理室を、目的の基板処理が可能なレベルにまで清浄化することが可能な、基板処理装置の処理室清浄化方法を提供することにある。

[0012] 本発明のさらに他の目的は、腐食性の物質を用いることに起因する処理室内の腐食を生じることない、基板処理装置の処理室清浄化方法を提供することにある。

[0013] 本発明のさらにまた他の目的は、処理室内における汚染物質のスパッタや再付着等に起因する汚染を生じることなく、処理室内を清浄化することが可能な、基板処理装置の処理室清浄化方法を提供することにある。

[0014] 本発明の別の目的は、以上のような処理室清浄化が可能な基板処理装置を提供することにある。

[0015] 本発明のさらに別の目的は、以上のような処理室清浄化工程を含む基板処理方法を提供することにある。

[0016] 本発明の第1の観点によれば、処理室に被処理基板を収容し、前記被処理基板に

所定の処理を施す基板処理装置の処理室清浄化方法であって、

前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを少なくとも1サイクル交互に実施する、基板処理装置の処理室清浄化方法が提供される。

[0017] 本発明の第2の観点によれば、処理室に被処理基板を收容し、前記被処理基板に所定の処理を施す基板処理装置において、前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを交互に実施して前記処理室を清浄化するように、コンピュータが前記基板処理装置を制御するソフトウェアを含む、コンピュータにより読み取り可能な記録媒体が提供される。

[0018] 本発明の第3の観点によれば、被処理基板を收容する処理室と、前記処理室内で前記被処理基板に所定の処理を施す処理機構と、前記処理室内にその中を清浄化するためのプラズマを形成するプラズマ形成機構と、前記プラズマ形成機構を制御する制御機構とを具備し、前記制御機構は、前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを少なくとも1サイクル交互に実施して前記処理室を清浄化するように前記プラズマ形成機構を制御する基板処理装置が提供される。

[0019] 本発明の第4の観点によれば、処理室内において、酸素を含むガスのプラズマの形成と、窒素を含むガスのプラズマの形成とを少なくとも1サイクル交互に実施して処理室を清浄化する工程と、その後、前記処理室内で、酸素を含むガスのプラズマの形成または窒素を含むガスのプラズマの形成を少なくとも1回行って処理室をシーズニングする工程と、その後、前記処理室内に被処理基板を導入し、被処理基板に所定の処理を施す工程とを有する基板処理方法が提供される。

[0020] 本発明によれば、基板に所定の処理を施す処理装置、たとえばプラズマ処理を行う処理装置の立ち上げ時や、目的の処理の前後等のタイミングにおいて、In-situにて処理室内に酸素プラズマと窒素プラズマとを交互に反復形成する処理室清浄化処理を実行することで、たとえば、酸素プラズマのみまたは窒素プラズマのみ等の単独プラズマにて清浄化を行う場合や、処理室の大気開放による清浄化方法等に比較し

て、高清浄度に短時間で確実に到達させることが可能となる。

[0021] このため、基板処理装置の稼働率やスループットを低下させることなく、被処理基板が収容される基板処理装置の処理室を目的の清浄度まで清浄化することができる。

[0022] また、基板処理装置の立ち上げ時等のように処理室の内部の汚染度が比較的高い場合においても、比較的短時間に被処理基板が収容される処理室を、目的の基板処理が可能なレベルにまで確実に清浄化することができる。

[0023] さらに、酸素プラズマや窒素プラズマ等のプラズマを用いるので腐食性の物質を用いることに起因する処理室内の腐食を生じることなく、高清浄度を得ることができる。

[0024] さらにまた、処理室清浄化の際のプラズマ処理を低電子温度プラズマとすることにより、処理室内の部材へのスパッタダメージやスパッタによる汚染、汚染源による汚染物質の再付着等に起因する汚染を生じることなく、処理室内をより一層清浄化することが可能となる。

[0025] 本発明において、清浄化の際のプラズマは、低電子温度プラズマが好ましい。低電子温度プラズマとは、電子温度が0.5eV〜3eV程度のプラズマを意味する。また、この場合の低電子温度プラズマは、電子温度が2eV以下であることが好ましい。電子温度としては、平均自乗速度で定義したものをを用いることができる。また、チャンバ内壁近傍における電子温度が2eV以下であることがより好ましい。プラズマは、複数のスロットを有する平面アンテナにて前記処理室内にマイクロ波を導入して形成することが好ましい。これにより、所望の低電子温度プラズマが実現される。

[0026] また、処理装置で行われる所定の処理としては低電子温度プラズマ処理が好ましい。また、この処理は窒化処理または酸化処理であることが好ましい。さらに、前記酸素を含むガスは酸素ガスが好ましく、前記窒素を含むガスは窒素ガスが好ましい。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法を実施するプラズマ処理装置の一例を模式的に示す断面図。

[図2]本発明の一実施の形態であるプラズマ処理装置の制御部の構成の一例を示すブロック図。

[図3]本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の一例を示すタイミングチャート。

[図4]本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の他の例を示すタイミングチャート。

[図5]本発明の処理室清浄化方法を実際に行った場合の汚染度を示すグラフ。

[図6]本発明の処理室清浄化方法を実際に行った場合の汚染度を示すグラフ。

[図7]比較のため、窒素プラズマのみで処理室の清浄化を行った場合の汚染度を示すグラフ。

[図8]比較のため、窒素プラズマのみで処理室の清浄化を行った場合の汚染度を示すグラフ。

[図9A]窒素プラズマ処理の際の圧力を126.7Paにして本発明の処理室清浄化方法を実際に行った場合の清浄化処理前後の汚染度を示すグラフ。

[図9B]窒素プラズマ処理の際の圧力を66.7Paにして本発明の処理室清浄化方法を実際に行った場合の清浄化処理前後の汚染度を示すグラフ。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について具体的に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態である基板処理装置の処理室清浄化方法を実施するプラズマ処理装置の一例を模式的に示す断面図、図2は本実施の形態のプラズマ処理装置の制御部の構成の一例を示すブロック図、図3は本実施の形態の処理室清浄化方法の一例を示すタイミングチャート、図4は本実施の形態の処理室清浄化方法の他の例を示すタイミングチャートある。

[0029] このプラズマ処理装置200は、マイクロ波プラズマにより例えば窒化処理や酸化処理等を行う装置であり、気密に構成され、接地された略円筒状のチャンバ71を有している。チャンバ71の底壁71aの中央部には円形の開口部80が形成されており、底壁71aにはこの開口部80と連通し、下方に向けて突出する排気室81が設けられている。チャンバ71内には被処理基板であるウエハWやダミーウエハWdを水平に支持するためのAIN等のセラミックスからなるサセプタ72が設けられている。このサセプタ72は、排気室81の底部中央から上方に延びる円筒状の支持部材73により支持されて

いる。サセプタ72の外縁部にはウエハWをガイドするためのガイドリング74が設けられている。また、サセプタ72には抵抗加熱型のヒータ75が埋め込まれており、このヒータ75はヒータ電源76から給電されることによりサセプタ72を加熱して、その熱で被処理体であるウエハWを加熱する。ヒータ電源76は、後述するプロセスコントローラ301により、温度センサーとしての熱電対77の信号に応じてヒータ75が所定の出力となるように制御される。

- [0030] サセプタ72には、ウエハWを支持して昇降させるための3本(2本のみ図示)のウエハ支持ピン82がサセプタ72の表面に対して突没可能に設けられ、これらウエハ支持ピン82は支持板83に固定されている。そして、ウエハ支持ピン82は、エアシリンダ等の昇降機構84により支持板83を介して昇降される。
- [0031] チャンバ71の側壁にはガス導入部材85が設けられており、このガス導入部材85にはガス供給系86が接続されている。このガス供給系86は N_2 ガス供給源87、Arガス供給源88、 O_2 ガス供給源89を有しており、これらガスが、それぞれガスライン90を介してガス導入部材85に供給され、ガス導入部材85からチャンバ71内に導入される。なお、ガスライン90の各々には、マスフローコントローラ91およびその前後の開閉バルブ92が設けられている。
- [0032] 上記排気室81の側面には排気管93が接続されており、この排気管93には高速真空ポンプを含む排気装置94が接続されている。そしてこの排気装置94を作動させることによりチャンバ71内のガスが、排気室81の空間81a内へ均一に排出され、排気管93を介して所定の真空度まで高速に減圧することが可能となっている。
- [0033] チャンバ71の側壁には、プラズマ処理装置200に隣接する搬送室(図示せず)との間でウエハWや、ダミーウエハWdの搬入出を行うための搬入出口95と、この搬入出口95を開閉するゲートバルブ96とが設けられている。なお、符号71bは石英ライナーを示す。
- [0034] チャンバ71の上部は開口部となっており、この開口部の周縁部に沿ってリング状の支持部97が設けられており、この支持部97に誘電体、例えば石英やAlN等のセラミックスからなり、マイクロ波を透過するマイクロ波透過板98がシール部材99を介して気密に設けられている。したがって、チャンバ71内は気密に保持される。

- [0035] マイクロ波透過板98の上方には、サセプタ72と対向するように、円板状の平面アンテナ部材101が設けられている。この平面アンテナ部材101はチャンバ71の側壁上端に係止されている。平面アンテナ部材101は、例えば表面が銀メッキあるいは金メッキされた銅板またはアルミニウム板からなり、長溝状のスロット、あるいは円形状の貫通孔からなる多数のマイクロ波放射孔102が所定のパターンで形成された構成となっている。この平面アンテナ部材101の上面には、真空よりも大きい誘電率の高誘電率特性を有する遅波材103が設けられている。チャンバ71の上面には、これら平面アンテナ部材101および遅波材103を覆うように、シールド蓋体104が設けられている。チャンバ71の上面とシールド蓋体104とはシール部材105によりシールされている。シールド蓋体104には、図示しない冷却水流路が形成されており、そこに冷却水を通流させることにより、シールド蓋体104や遅波材103を冷却するようになっている。シールド蓋体104は接地されている。なお、図では平面アンテナ部材101とマイクロ波透過板98とが離隔しているが、これらが密着していてもよい。
- [0036] シールド蓋体104の上壁の中央には開口部106が形成されており、この開口部には導波管107が接続されている。この導波管107の端部には、マッチング回路108を介してマイクロ波発生装置109が接続されている。これにより、マイクロ波発生装置109で発生した例えば周波数2.45GHzのマイクロ波が導波管107を介して上記平面アンテナ部材101へ伝搬されるようになっている。なお、マイクロ波の周波数としては、8.35GHz、1.98GHz等を用いることもできる。
- [0037] 導波管107は、上記シールド蓋体104の開口部106から上方へ延出する断面円形状の同軸導波管107aと、この同軸導波管107aの上端部に接続された水平方向に延びる断面矩形状の矩形導波管107bとを有している。矩形導波管107bの同軸導波管107aとの接続部側の端部はモード変換器110となっている。同軸導波管107aの中心には内導体111が延在しており、この内導体111の下端部は平面アンテナ部材101の中心に接続固定されている。
- [0038] プラズマ処理装置200の各構成部は、制御部300に接続されている。制御部300は、図2に示すように、プロセスコントローラ301と、ユーザインタフェース302と、レシピデータベース303とで構成されている。

- [0039] プロセスコントローラ301は、ヒータ電源76、昇降機構84、マスフローコントローラ91、開閉バルブ92、排気装置94、ゲートバルブ96、マッチング回路108、マイクロ波発生装置109等の各構成部に接続されており、これらの制御を行う。また、プロセスコントローラ301には温度センサーとしての熱電対77も接続されており、この熱電対77の信号に基づいてヒータ電源76を制御する。
- [0040] ユーザインタフェース302は、工程管理者がプラズマ処理装置200を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、プラズマ処理装置200の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなっている。
- [0041] レシピデータベース303は、プラズマ処理装置200で実行される各種処理を当該プロセスコントローラ301の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じてプラズマ処理装置200の各構成部に処理を実行させるためのプログラムすなわちレシピが格納されている。レシピはハードディスクや半導体メモリに記憶されていてもよいし、CDROM、DVD等の可搬性の記憶媒体に収容された状態でレシピデータベース303の所定位置にセットするようになっていてもよい。さらに、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。
- [0042] そして、必要に応じて、ユーザインタフェース302からの指示等にて任意のレシピをレシピデータベース303から呼び出してプロセスコントローラ301に実行させることで、プロセスコントローラ301の制御下で、プラズマ処理装置200での所望の処理が行われる。
- [0043] 本実施形態の場合、レシピデータベース303には、 N_2 ガス供給源87から供給される窒素ガスのプラズマにて、ウェハWの表面の窒化処理を行う窒化プラズマ処理レシピ303bや、 O_2 ガス供給源89から供給される酸素ガスのプラズマにてウェハWの表面の酸化処理を行う酸化プラズマ処理レシピ303cの他に、図3のチャートに例示されるような処理室清浄化を行う清浄化処理レシピ303aが格納されている。
- [0044] この清浄化処理レシピ303aでは、チャンバ71の内部に、酸素プラズマPOと窒素プラズマPNを、個別に任意の順序にて少なくとも1サイクル交互に形成する処理を行う。すなわち、最初に酸素プラズマPOおよび窒素プラズマPNを形成する処理のいずれかを行い、次いで、最初とは異なるプラズマを形成する処理を行い、この1サ

イクルのみで終了するか、複数回交互に反復する。この処理は複数回反復することが好ましく、3回以上が特に好ましい。この清浄化処理レシピ303aには、その後、酸素プラズマ処理または窒素プラズマ処理を1回または複数回繰り返すシーズニング処理も、必要に応じて含まれている。

[0045] この場合、酸素プラズマPOの酸素プラズマ形成時間TOは、たとえば、10秒〜3分、望ましくは、30秒〜100秒、 O_2 のガス流量は、0.005〜5.0L/分、キャリアガスとしてのArは、0.1〜5.0L/分、チャンバ71の内圧は6〜633Paである。

[0046] 一方、窒素プラズマPNの窒素プラズマ形成時間TNは、たとえば、10秒〜3分、望ましくは、30秒〜100秒、 N_2 のガス流量は、0.05〜1.0L/分、キャリアガスとしてのArは、0.1〜3.0L/分、チャンバ71の内圧は60〜150Paである。

[0047] また、酸素プラズマ形成時間TOと窒素プラズマ形成時間TNの間のサイクル中休止時間Tiは、たとえば20〜40秒、各サイクルの終わり側の時間であるサイクル後休止時間Tjは20〜40秒である。

[0048] そして、清浄化処理レシピ303aでは、酸素プラズマ形成時間TO〜サイクル後休止時間Tjまでを1サイクルとし、このサイクルを、たとえば、チャンバ71の目的の清浄化レベルに達するまで反復する。

マイクロ波発生装置109からチャンバ71内に供給する高周波電力は500W〜5kWが好ましい。高周波電力の周波数としては2.45GHzが用いられる。

[0049] 清浄化処理において、酸素プラズマPOまたは窒素プラズマPNのプラズマポテンシャルを上げる場合は酸素ガスまたは窒素ガスの流量を下げ、プラズマの電子温度を下げるためには酸素ガスまたは窒素ガスの流量を上げる。

[0050] なお、酸素プラズマPOまたは窒素プラズマPNの形成時のキャリアガスとしては、Arに限らず、Kr等の他の不活性ガスでもよく、キャリアガスによってプラズマの電子温度を変えることができる。

[0051] 次に、プラズマ処理装置200における処理動作について説明する。

まず、このようなプラズマ処理装置200における処理について、窒化処理を例にとって説明する。まず、ゲートバルブ96を開にして搬入出口95から清浄なウエハWをチャンバ71内に搬入し、サセプタ72上に載置する。

- [0052] そして、ガス供給系86の N_2 ガス供給源87およびArガス供給源88から、 N_2 ガスおよびArガスを所定の流量でガス導入部材85を介してチャンバ71内に導入し、所定の圧力に維持する。
- [0053] 同時にマイクロ波発生装置109からのマイクロ波をマッチング回路108を経て導波管107に導く。マイクロ波は、矩形導波管107b、モード変換器110、および同軸導波管107aを順次通って平面アンテナ部材101に供給され、平面アンテナ部材101からマイクロ波透過板98を経てチャンバ71内におけるウエハWの上方空間に放射される。この場合に、マイクロ波は遅波材103によって波長が短くされている。マイクロ波は、矩形導波管107b内ではTEモードで伝搬し、このTEモードのマイクロ波はモード変換器110でTEMモードに変換されて、同軸導波管107a内を平面アンテナ部材101に向けて伝搬されていく。
- [0054] 平面アンテナ部材101からマイクロ波透過板98を経てチャンバ71に放射されたマイクロ波により、チャンバ71内では供給された N_2 ガスおよびArガスがプラズマ化され、この窒素プラズマによりウエハWの表面の窒化処理が行われる。
- [0055] 以上のように形成されるマイクロ波プラズマは、プラズマ密度が高く低電子温度プラズマである。このような、低電子温度プラズマによる処理は、下地ダメージが小さい等のメリットがあるため、たとえば、ゲート回りのプラズマ処理等に好適である。低電子温度プラズマは、電子温度が0.5eV〜3eV程度のプラズマを意味し、下地ダメージが小さい等のメリットをより有効に発揮させるためには、2eV以下が好ましいが、上述のようなマイクロ波プラズマは、形成条件を調整することにより、電子温度をこのような2eV以下、さらには1eV以下に制御することが可能である。電子温度としては、平均自乗速度で定義したものをを用いることができる。また、チャンバ内壁近傍における電子温度が2eV以下であることがより好ましい。
- [0056] なお、プラズマ処理装置200においては、酸素プラズマによるウエハW表面の酸化処理も可能であり、その場合には、 N_2 ガスの代わりに O_2 ガス供給源89からの O_2 ガスをArガスとともにチャンバ71内に導入し、同様にしてマイクロ波プラズマによる処理を行えばよい。
- [0057] ところで、このようなマイクロ波プラズマを用いた処理の場合には、チャンバ71内に

おける金属元素等による汚染の許容レベルが、たとえば、汚染物質原子の個数で、 2×10^9 個/cm²以下と極めて低い。すなわち、汚染があると半導体装置特性が損なわれ歩留まりの低下になるので、極めて高い清浄度が要求される。

[0058] 本実施形態では、このような極めて高い清浄度を実現するため、以下のような手順で処理室清浄化を行う。

[0059] たとえば、プラズマ処理装置200の立ち上げ時や、ウェハWの窒化プラズマ処理、酸化プラズマ処理等の各ロットの前後において、チャンバ71の内部の汚染を除去する必要がある場合等に、随時、ユーザインタフェース302からプロセスコントローラ301に指示して、清浄化処理レシピ303aを呼び出して実行する。あるいは他のレシピの一部で、本実施の形態の清浄化処理レシピ303aを自動的に呼び出して実行されるようにしてもよい。

[0060] このようなプラズマ処理装置200における清浄化処理レシピ303aの実行においては、まず、ゲートバルブ96を開にして搬入出口95から清浄なダミーウェハWdをチャンバ71内に搬入し、サセプタ72上に載置する。これはダミーウェハWdにて、サセプタ72を酸素プラズマPOや窒素プラズマPNから保護するために行われる。なお、本実施形態のプラズマは低電子温度であるので、必ずしもダミーウェハWdをサセプタ72に載置しなくてもよい。

[0061] そして、図3または図4に示す清浄化処理を開始する。まず、チャンバ71内を所定の圧力、例えば10〜300Paに維持し、ガス供給系86のO₂ガス供給源89およびArガス供給源88から、O₂ガスおよびArガスをそれぞれ、5〜1000mL/minおよび0.1〜3L/minの流量でガス導入部材85を介してチャンバ71内に導入する。

[0062] 同時に、上記窒化処理等の本来のプラズマ処理の場合と同様、マイクロ波発生装置109からのマイクロ波をマッチング回路108を経て導波管107に導く。マイクロ波は、矩形導波管107b、モード変換器110、および同軸導波管107aを順次通って平面アンテナ部材101に供給され、平面アンテナ部材101からマイクロ波透過板98を経てチャンバ71内におけるダミーウェハWdの上方空間に放射される。

[0063] 平面アンテナ部材101からマイクロ波透過板98を経てチャンバ71に放射されたマイクロ波によりチャンバ71内ではO₂ガスおよびArガスがプラズマ化し、酸素プラズマ

POが形成される。この酸素プラズマPO中のOラジカル(O^*)等により、酸素プラズマ形成時間TOだけ、酸素プラズマPOによるチャンバ71の内部の浄化が行われる。このようなマイクロ波プラズマは、上述したように電子温度が2eV以下、さらには1eV以下の低電子温度プラズマである。

[0064] その後、 O_2 ガスおよびマイクロ波発生装置109からの高周波電力の供給を停止し、サイクル中休止時間Tiだけ、プラズマを停止する。このサイクル中休止時間Tiの間も、キャリアガスであるArの供給は継続され、チャンバ71の内部は所定の圧力に維持される。

[0065] その後、チャンバ71の内部に、ガス供給系86の N_2 ガス供給源87から、 N_2 ガスを5〜1000mL/minの流量でガス導入部材85を介してチャンバ71内に導入するとともに、マイクロ波発生装置109からの高周波電力の供給を再開し、平面アンテナ部材101からマイクロ波透過板98を経てチャンバ71に放射されたマイクロ波によりチャンバ71内では N_2 ガスおよびArガスがプラズマ化し、窒素プラズマPNが形成される。この窒素プラズマPN中のNラジカル(N^*)等により、窒素プラズマ形成時間TNの間だけ、窒素プラズマPNによるチャンバ71の内部の浄化が行われる。なお、この窒素プラズマ工程におけるチャンバ内圧力が汚染度に影響があり、汚染度を低くする観点からはチャンバ内圧力を133.3Pa以下であることが好ましく、13.3〜93.3Pa、さらには26.6〜66.7Paがより好ましい。

[0066] 窒素プラズマ形成時間TNの経過後、サイクル後休止時間Tjの間だけ、チャンバ71に対する N_2 ガスの供給、およびマイクロ波発生装置109からの高周波電力の供給が停止される。

[0067] この1サイクルを必要なサイクル数だけ反復することにより、チャンバ71の内部の清浄化が完了し、ダミーウエハWdはチャンバ71の外部に搬出される。

[0068] このような清浄化処理により、チャンバ71を大気開放することなく、すなわち、プラズマ処理装置200の稼働率やスループット等を損なうことなく、清浄化処理レシピ303aを呼び出して実行するだけで、比較的短時間にチャンバ71の内部の汚染物質を除去して、極めて高い清浄度に到達させることができる。したがって、プラズマ処理工程における生産性が向上する。

- [0069] また、プラズマ処理装置200の立ち上げ時等のようにチャンバ71の内部の汚染度が比較的高い場合、あるいは汚染度の高いウエハWを誤ってチャンバ71に持ち込んだ場合等においても、比較的短時間にチャンバ71を目的のプラズマ処理が可能なレベルにまで高度に清浄化することができる。この結果、ウエハWに形成される半導体装置の歩留りが向上する。
- [0070] さらに、清浄化処理にフッ素化合物などの腐食性の物質を用いないので、処理室内の腐食等を招くことがないとともに、上述したような低電子温度のプラズマを用いるので、処理内における汚染物質のスパッタや再付着等による汚染を抑制しつつ、高度な処理室清浄化を達成することができる。
- [0071] また、本実施形態の場合、この処理室清浄化の最後のサイクルでは、最後に形成される窒素プラズマPNまたは酸素プラズマPOの最終処理時間TFは、それ以前の窒素プラズマ形成時間TNまたは酸素プラズマ形成時間TOの、たとえば3倍以上とする。これにより、処理室清浄化中にチャンバ71内に交互に形成された酸素プラズマPOまたは窒素プラズマPNの影響が、処理室清浄化の完了後に後続のプロセスに影響することを確実に防止できる。
- [0072] また、本実施の形態の場合、プラズマ処理装置200の本来のプラズマ処理機能として、チャンバ71への N_2 とArの供給によるウエハWの窒化処理、 O_2 とArの供給によるウエハWの酸化処理のいずれも可能であるが、これらのウエハWの窒化処理や酸化処理に先立って、上述の処理室清浄化を実行する場合、後続のプロセスがウエハWの窒化処理であるか酸化処理であるかによって、処理室清浄化の後にチャンバ71に形成されるプラズマの種類を後続のプラズマ処理で用いられるプラズマに一致させることが好ましい。
- [0073] すなわち、処理室清浄化後に、チャンバ71への N_2 とArの供給によるウエハWの窒化処理を行う場合には、図3に示すように、処理室清浄化後に最終処理時間TFの窒素プラズマ形成と真空引きとを少なくとも1サイクル実施してシーズニング処理を実行した後に、ウエハWの窒化処理に移行する。
- [0074] また、処理室清浄化後に、 O_2 とArの供給によるウエハWの酸化処理を行う場合には、図4に示すように、処理室清浄化後に処理時間TFの酸素プラズマ形成と真空引

きを少なくとも1サイクル実施してシーズニング処理を実行した後に、ウエハWの酸化処理に移行する。

[0075] これにより、先行する処理室清浄化が、後続のウエハWへの実プロセスに悪影響を及ぼすことを防止することができる。ただし、必ずしもこのように一致させる必要がない場合もある。

[0076] 次に、清浄化処理、シーズニング処理、窒化処理の一連の流れの例を具体的に説明する。なお、以下の数字は例示であり、これに限定されない。

まず、所定の処理、例えば窒化処理の後、チャンバ内にArガスおよびO₂ガスを、それぞれ1L/minおよび0.2L/minの流量で流し、圧力を例えば126.7Paとし、ウエハ温度(サセプタ温度)が400℃になるようにサセプタを加熱して、30秒間プリヒートを行う。その後、圧力およびArガスおよびO₂ガスの流量をそのままにした状態で、2000Wのマイクロ波を導入し、着火しやすくするため高圧状態で酸素プラズマの着火を行う。その後、66.7Paの処理圧力にし、60秒間酸素プラズマPOを形成する。この酸素プラズマ処理が終了後、プラズマをOFFにし、引き続きArガスおよびO₂ガスを停止して真空引きを30秒間行う。

[0077] その後、チャンバ内にArガスおよびN₂ガスを、それぞれ1L/minおよび0.15L/minの流量で流し、圧力を例えば126.7Paとし、ウエハ温度(サセプタ温度)が400℃になるようにサセプタを加熱して、30秒間プリヒートを行う。その後、その後、圧力およびArガスおよびN₂ガスの流量をそのままにした状態で、1600Wのマイクロ波を導入し、窒素プラズマの着火を行う。その後、圧力を66.7Paにし、60秒間窒素プラズマPNを形成する。この窒素プラズマ処理工程が終了後、プラズマをOFFにし、引き続きArガスおよびN₂ガスを停止して真空引きを30秒間行う。

[0078] このようなサイクルを少なくとも1サイクル行うことにより清浄化処理が終了する。

[0079] 最後のプラズマ処理工程が終了し、30秒間真空引きした後、シーズニング処理が行われる。その後の処理が窒化処理の場合を例にとると、チャンバ内にArガスおよびN₂ガスを、それぞれ1L/minおよび0.15L/minの流量で流し、圧力を例えば126.7Paとし、ウエハ温度(サセプタ温度)が400℃になるように加熱して、30秒間、プリヒートを行う。その後、圧力ならびにArガスおよびN₂ガスの流量をそのままにした

状態で、1600Wのマイクロ波を導入し、窒素プラズマの着火を行い、その後、66.7 Paの処理圧力にし、180秒間窒素プラズマを形成する。この窒素プラズマ処理工程が終了後、プラズマをOFFにし、引き続きArガスおよびN₂ガスを停止して真空引きする。このサイクルを所定回数行うことによりシーズニングが終了し、本来の処理である窒化処理が行われる。

[0080] 次に、実際に上述の清浄化処理を実施した結果について説明する。

図5および図6は、横軸に処理室清浄化処理の累積時間を取り、縦軸に評価用サンプル表面の汚染状態(単位面積当たりの汚染物質原子の個数)をとって、本実施形態の清浄化処理を行った場合の効果を示すものであり、図5は酸素プラズマにより酸化処理した後の結果であり、図6は窒素プラズマにより窒化処理した後の結果である。

[0081] ここでは、チャンバ内を強制汚染させた状態を形成し、チャンバ内に清浄なサンプル用ウエハをセットし、それぞれ所定の条件で酸化処理および窒化処理を行って、サンプル用ウエハの汚染評価用サンプルを作成し、ICP-MASS (Inductive Coupled Plasma-Mass-Spectrometry) により単位面積当たりの各汚染物質原子の個数を測定した(図5、6の0分に対応)。

[0082] 次いで、チャンバ内に清浄なサンプル用ウエハをセットし、酸素プラズマPOのステップが1分と窒素プラズマPNのステップが1分からなるサイクルを15回繰り返す、合計30分の清浄化操作を行い、サンプル用ウエハの評価用サンプルを作成し、ICP-MASSにより単位面積当たりの各汚染物質原子の個数を測定した(図5、6の30分に対応)。続けて、このような操作が合計5回になるように、このような操作をさらに4回繰り返し、各清浄化操作の後にサンプル用ウエハの評価用サンプルを作成し、ICP-MASSにより単位面積当たりの各汚染物質原子の個数を測定した(図5、6の60分、90分、120分、150分に対応)。なお、汚染物質として、Cu、Fe、K、Al、Mg、Naを測定した。

[0083] この際の清浄化処理の具体的な条件をまとめると以下に示す通りとなる。

(1) 酸素プラズマ工程(1回当たり)

ウエハ温度(サセプタ温度): 400℃

圧力:66.7Pa

O₂ガス流量:0.2L/min

Arガス流量:1L/min

時間:30sec

マイクロ波パワー:2000W

(2)窒素プラズマ工程(1回当たり)

ウェハ温度(サセプタ温度):400℃

圧力:66.7Pa

N₂ガス流量:0.15L/min

Arガス流量:1L/min

時間:60sec

マイクロ波パワー:1600W

[0084] 図5および図6から、本実施形態の清浄化処理を行うことにより、酸化処理を行った後および窒化処理を行った後のいずれにおいても、チャンバ71を大気開放することなく、150分という非常に短時間で、目標の 2×10^{10} 原子/cm²以下の清浄度に到達しており、近年のチャンバ71における汚染低減要求の厳しいウェハWをプラズマ処理し得るレベルに迅速に処理室清浄化を行うことが可能となることが確認された。

[0085] 比較のため、図7および図8に、横軸に処理室清浄化処理の累積時間を取り、縦軸に評価用サンプル表面の汚染度(単位面積当たりの汚染物質原子の個数)をとって、窒素プラズマPNのみによる清浄化処理を行った場合の結果を示す。図7はチャンバ内を強制汚染させた後、酸素プラズマにより酸化処理した後の結果であり、図8はチャンバ内を強制汚染させた後、窒素プラズマにより窒化処理した後の結果である。なお、ここでも同様に汚染物質として、Cu、Fe、K、Al、Mg、Naを測定した。

[0086] ここでは、窒素プラズマPNのみによる30分の清浄化操作を合計5回繰り返し、上述の図5および図6と同様に評価用サンプルを作成した。この図7および図8から、窒素プラズマPNのみの反復により清浄化処理を行う場合は、酸化処理を行った後、窒化処理を行った後のいずれも、150分の清浄化処理では、清浄度の目標値である 2×10^{10} 原子/cm²以下の清浄度に到達しないことが確認された。

[0087] 次に、清浄化処理における窒素プラズマ処理の際の圧力を変えて実験を行った。ここでは、以下の条件で窒化処理を行った後、清浄化処理を行う際に、窒素プラズマ工程の圧力を126. 7Paと66. 7Paで変化させた。この際の条件は以下のとおりとした。

(1) 窒化処理

圧力: 6. 7Pa

N₂ ガス流量: 40mL/min

Arガス流量: 1L/min

時間: 20sec

マイクロ波パワー: 1500W

(2) 清浄化処理

(i) 酸素プラズマ処理(1回当たり)

圧力: 66. 7Pa

O₂ ガス流量: 0. 2L/min

Arガス流量: 1L/min

時間: 30sec

マイクロ波パワー: 2000W

(ii) 窒素プラズマ処理(1回当たり)

圧力: 126. 7Paまたは66. 7Pa

N₂ ガス流量: 0. 15L/min

Arガス流量: 1L/min

時間: 60sec

マイクロ波パワー: 1600W

[0088] 清浄化処理は、以上のような酸素プラズマ工程および窒素プラズマ工程を15回繰り返すことにより行った。清浄化処理前と清浄化処理後について窒化処理プラズマでサンプル用ウエハの汚染評価用サンプルを作成し、ICP-MASSにより、Na、Al、Fe、Cu、Cr、Ni、Mg、Caについて、清浄化処理前後の評価用サンプル表面の汚染度(単位面積当たりの汚染物質原子の個数)を測定した。その結果を図9A、9Bに示

す。なお、図9Aにおいて、Crは清浄化処理の前後とも検出限界以下であった。また、図9Bにおいて、清浄化処理前はCr、清浄化処理後はNa、Fe、Cu、Cr、Ni、Mgについて検出限界以下であった。

[0089] 図9A、9Bに示すように、清浄化処理の効果は窒素プラズマ工程の際の圧力が126.7Paのときよりも66.7Paのときのほうが高いことが確認された。

[0090] なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。たとえば、上記実施形態では、清浄化処理の際に、酸素プラズマ処理を先に行った例について示したが、酸素プラズマ処理および窒素プラズマ処理はいずれを先に行ってもよい。また、上記実施形態では、清浄化処理をO₂ガスおよびN₂ガスを交互にチャンバ71に供給してプラズマを形成して行う場合について示したが、これに限らず、酸素を含むガスおよび窒素を含むガスであれば適用可能である。このようなガスとしては、例えばNO、NO₂、NH₃等を挙げることができる。

[0091] また、本発明の処理室清浄化方法を実施することができる処理装置として、マイクロ波を、複数のスロットを有する平面アンテナでチャンバ内に伝播してプラズマを形成する低電子温度プラズマ処理装置を例示したが、マイクロ波を導入するアンテナとしてはこれに限るものではなく、またアンテナが無くてもマイクロ波が処理室への導入が可能であればよい。低電子温度プラズマの生成は、一般的にはマイクロ波によるプラズマ励起により可能であるが、これに限らず誘導結合型や平行平板型のRFプラズマでも、RFをパルス供給すること等により低電子温度プラズマを生成することができるので、本発明の処理室清浄化処理が可能なプラズマを形成できれば適用可能である。また、近年有磁場RFプラズマによる低電子温度プラズマも提案されているが、これも適用可能である。また、上記実施形態では、処理装置のプラズマ源を用いて清浄化処理を行った例を示しており、これが典型例であるが、基板処理のためのプラズマ源の他に清浄化処理用にプラズマ源を有するものであってもよい。この場合には、基板処理装置としては非プラズマ処理を行うものであってもよい。

請求の範囲

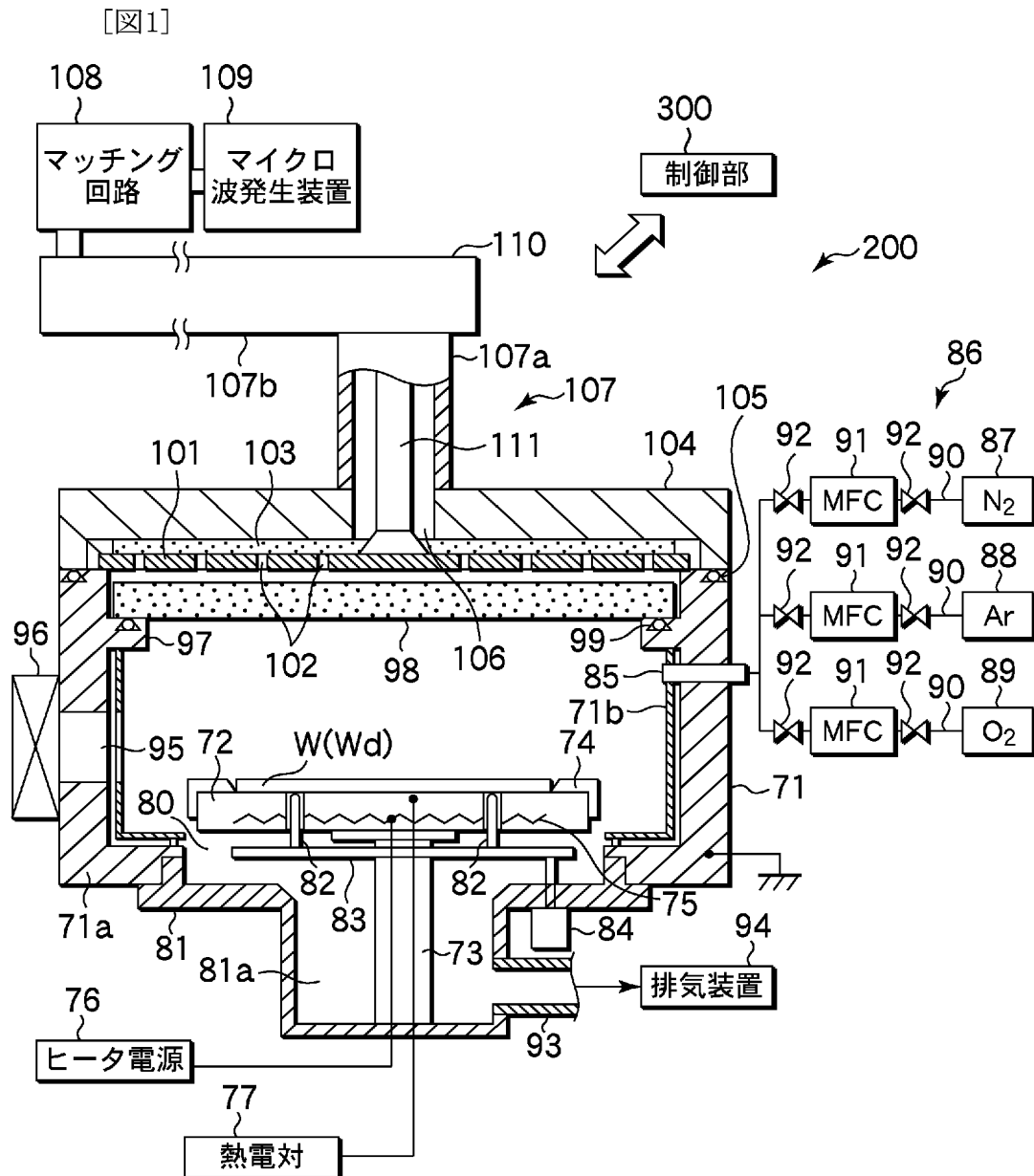
- [1] 処理室に被処理基板を収容し、前記被処理基板に所定の処理を施す基板処理装置の処理室清浄化方法であって、
前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを少なくとも1サイクル交互に実施する、基板処理装置の処理室清浄化方法。
- [2] 請求項1の処理室清浄化方法において、前記プラズマは、電子温度が2eV以下である。
- [3] 請求項1の処理室清浄化方法において、前記プラズマは、複数のスロットを有する平面アンテナにて前記処理室内にマイクロ波を導入して形成される。
- [4] 請求項1の処理室清浄化方法において、前記酸素を含むガスは酸素ガスであり、前記窒素を含むガスは窒素ガスである。
- [5] 請求項1の処理室清浄化方法において、前記基板処理装置で行われる所定の処理は窒化処理または酸化処理である。
- [6] 処理室に被処理基板を収容し、前記被処理基板に所定の処理を施す基板処理装置において、前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを少なくとも1サイクル交互に実施して前記処理室を清浄化するように、コンピュータが前記基板処理装置を制御するソフトウェアを含む、コンピュータにより読み取り可能な記録媒体。
- [7] 被処理基板を収容する処理室と、
前記処理室内で前記被処理基板に所定の処理を施す処理機構と、
前記処理室内にその中を清浄化するためのプラズマを形成するプラズマ形成機構と、
前記プラズマ形成機構を制御する制御機構と
を具備し、
前記制御機構は、前記処理室内に酸素を含むガスのプラズマを形成する工程と、前記処理室内に窒素を含むガスのプラズマを形成する工程とを少なくとも1サイクル交互に実施して前記処理室を清浄化するように前記プラズマ形成機構を制御する基

板処理装置。

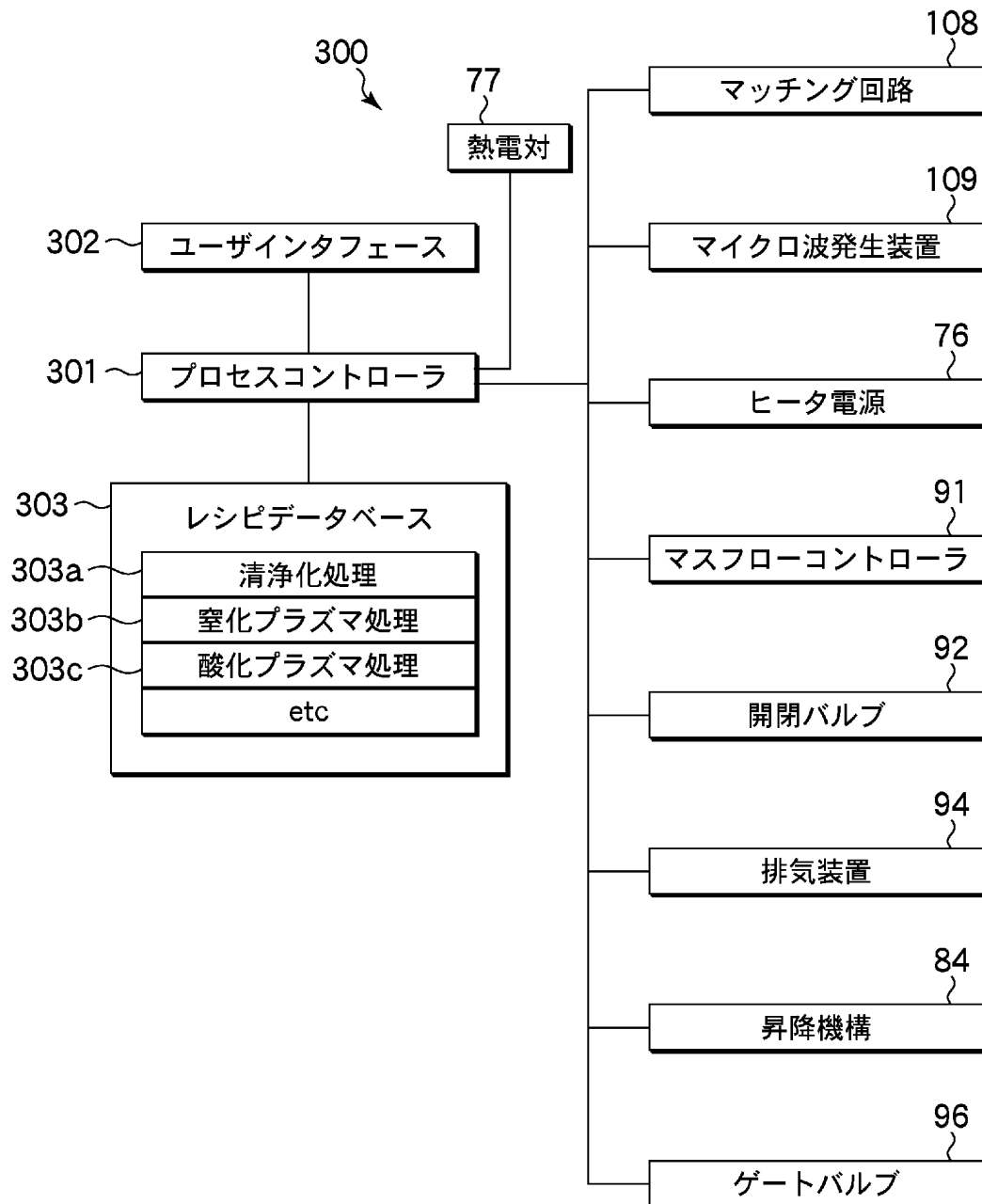
- [8] 請求項7の基板処理装置において、前記プラズマは、電子温度が2eV以下である。
- [9] 請求項7の基板処理装置において、前記プラズマ形成機構は、複数のスロットを有する平面アンテナと、マイクロ波発生源と、マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナに導く導波路とを有し、前記導波路および前記平面アンテナを介して前記処理室内にマイクロ波を導入する。
- [10] 請求項7の基板処理装置において、前記酸素を含むガスは酸素ガスであり、前記窒素を含むガスは窒素ガスである。
- [11] 請求項7の基板処理装置において、前記処理機構は、被処理基板に対して窒化処理または酸化処理を行う。
- [12] 処理室内において、酸素を含むガスのプラズマの形成と、窒素を含むガスのプラズマの形成とを少なくとも1サイクル交互に実施して処理室を清浄化する工程と、
その後、前記処理室内で、酸素を含むガスのプラズマの形成または窒素を含むガスのプラズマの形成を少なくとも1回行って処理室をシーズニングする工程と、
その後、前記処理室内に被処理基板を導入し、被処理基板に所定の処理を施す工程と
を有する基板処理方法。
- [13] 請求項12の基板処理方法において、前記被処理基板に所定の処理を施す工程は、被処理基板に窒化処理または酸化処理を施す。
- [14] 請求項13の基板処理方法において、前記被処理基板に所定の処理を施す工程が窒化処理の場合には、前記シーズニングにおいて窒素を含むガスのプラズマを形成し、前記被処理基板に所定の処理を施す工程が酸化処理の場合には、前記シーズニングにおいて酸素を含むガスのプラズマを形成する。
- [15] 請求項12の基板処理方法において、前記プラズマは、電子温度が2eV以下である。
- [16] 請求項12の基板処理方法において、前記処理室を清浄化する工程は、複数のスロットを有する平面アンテナにて前記処理室内にマイクロ波を導入して低電子プラズ

マを形成することにより行われる。

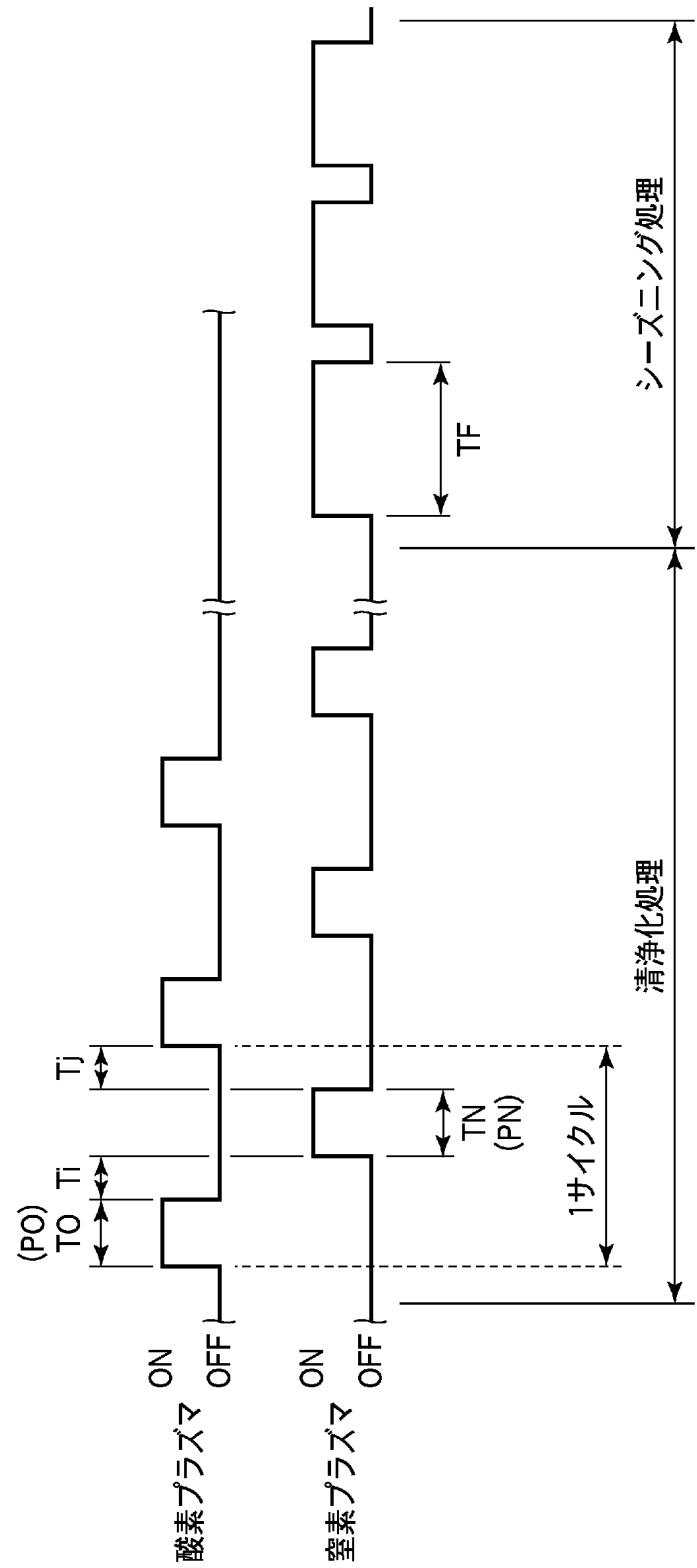
- [17] 請求項12の基板処理方法において、前記処理室を清浄化する工程は、前記酸素を含むガスとして酸素ガスを用い、前記窒素を含むガスとして窒素ガスを用いて行われる。



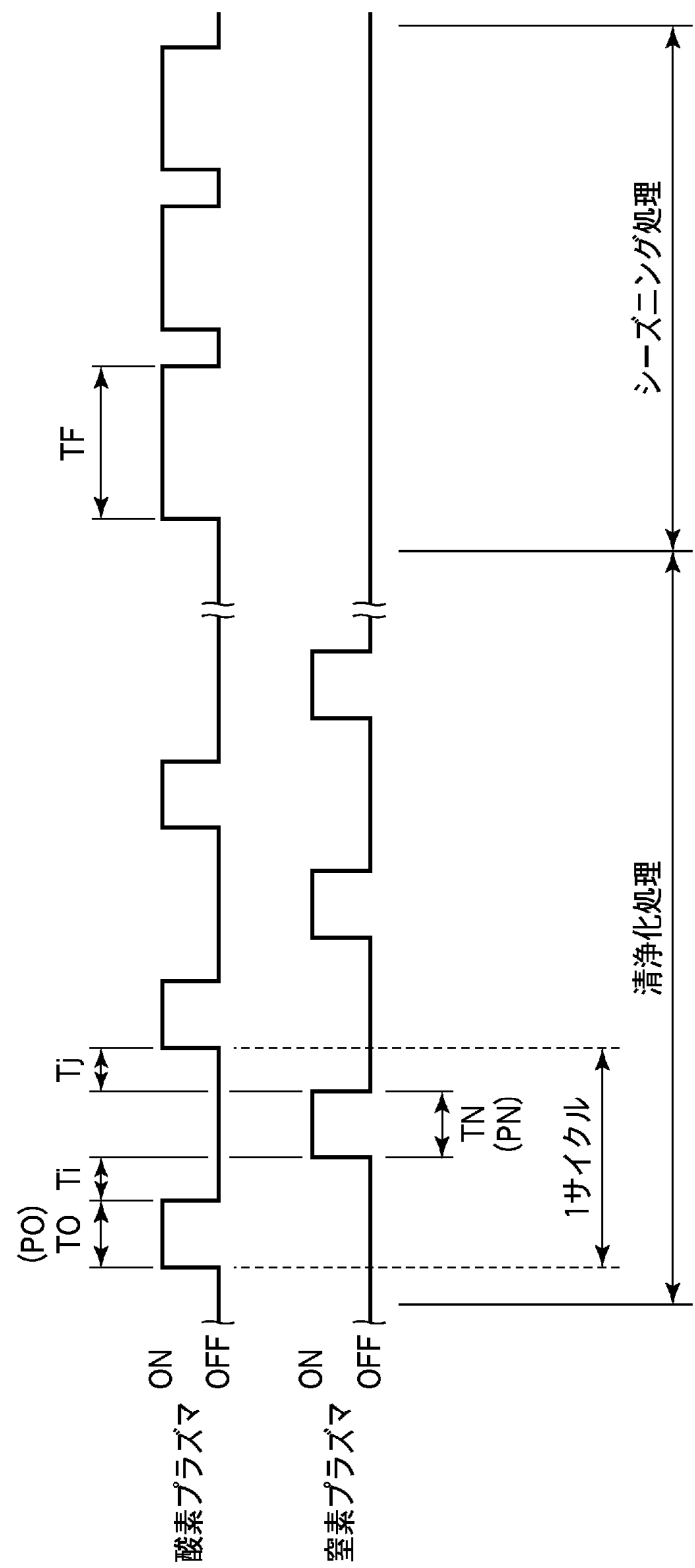
[図2]



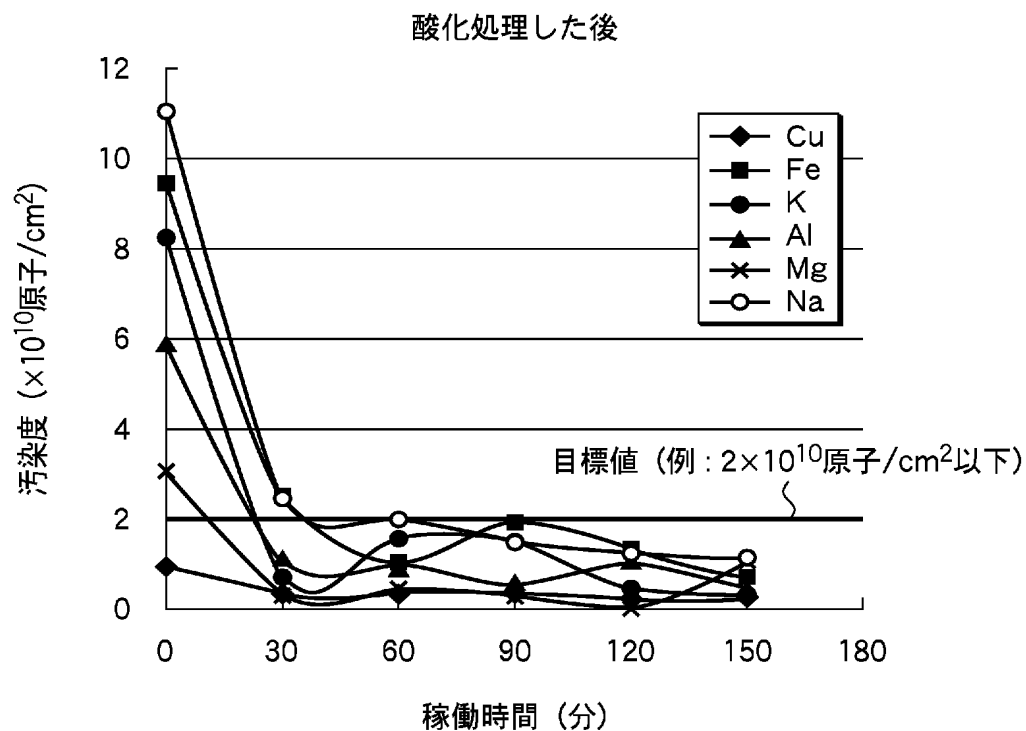
[図3]



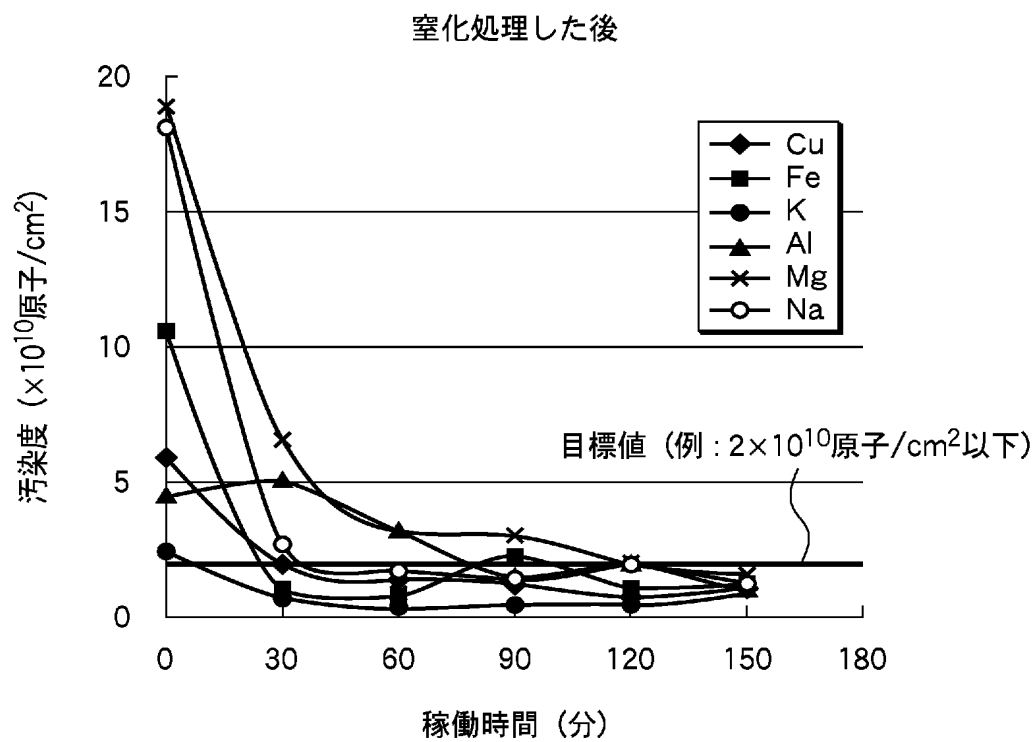
[図4]



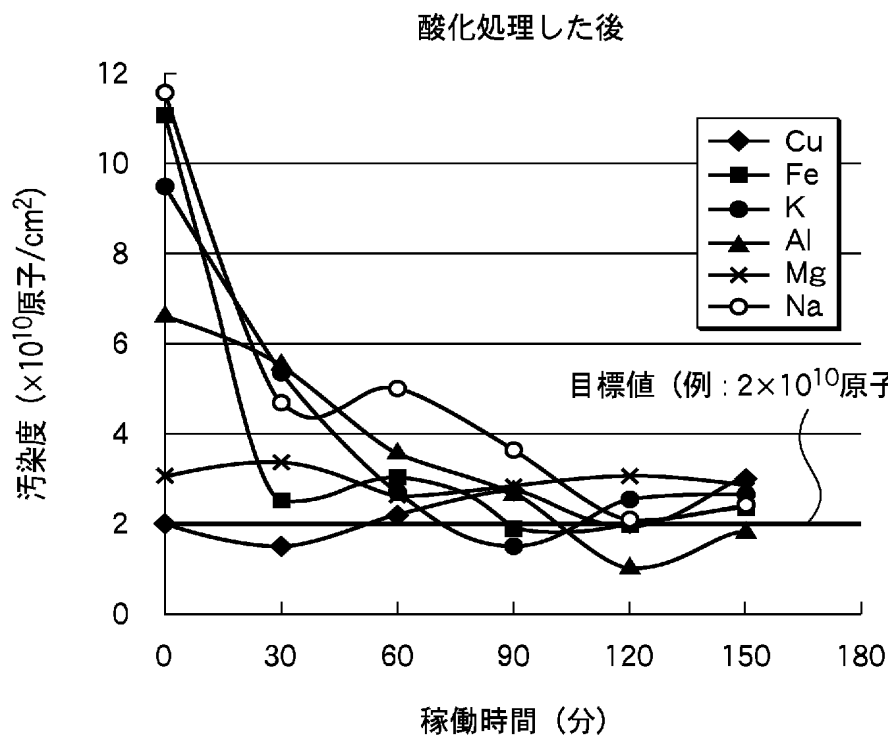
[図5]



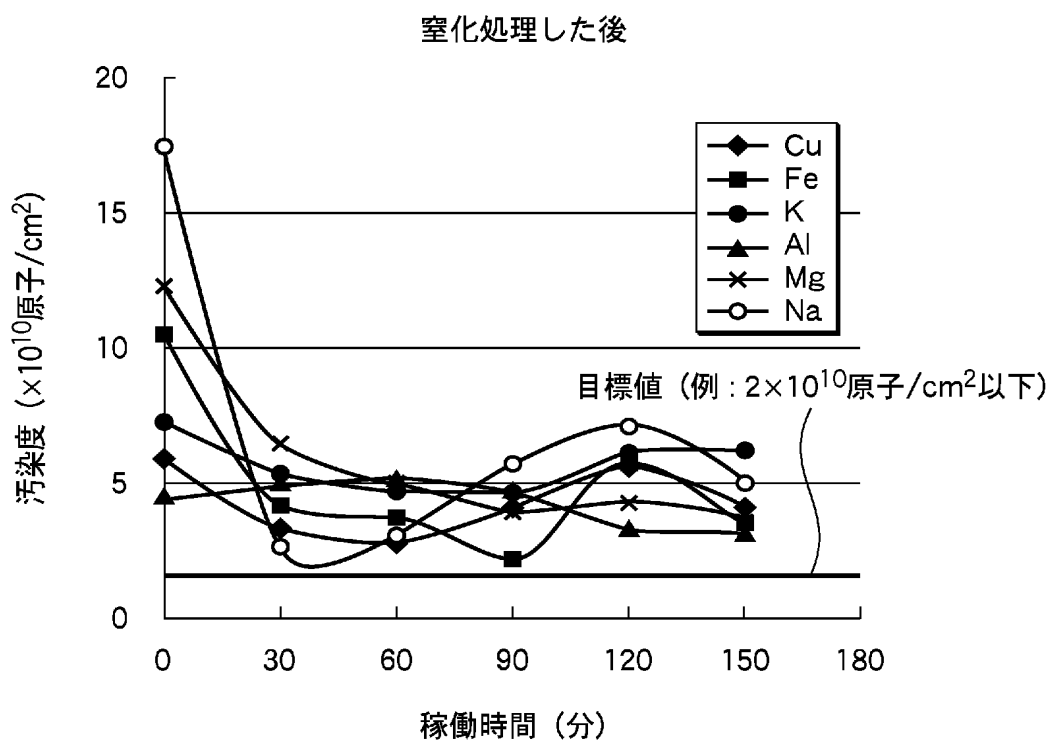
[図6]



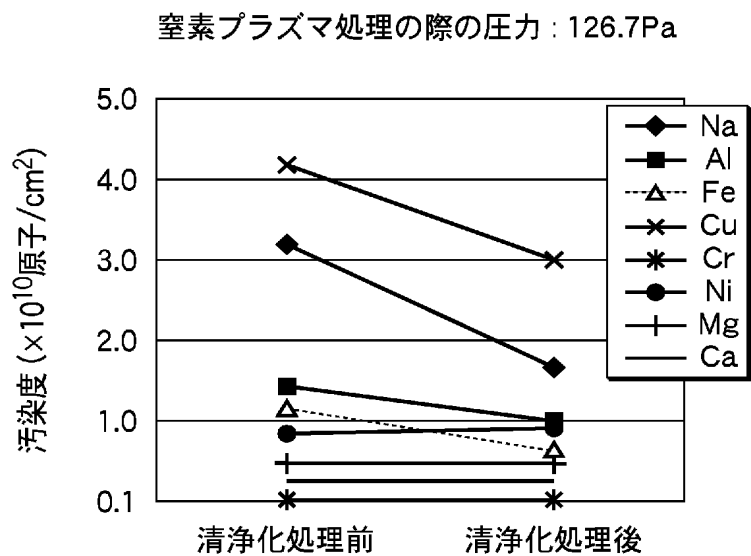
[図7]



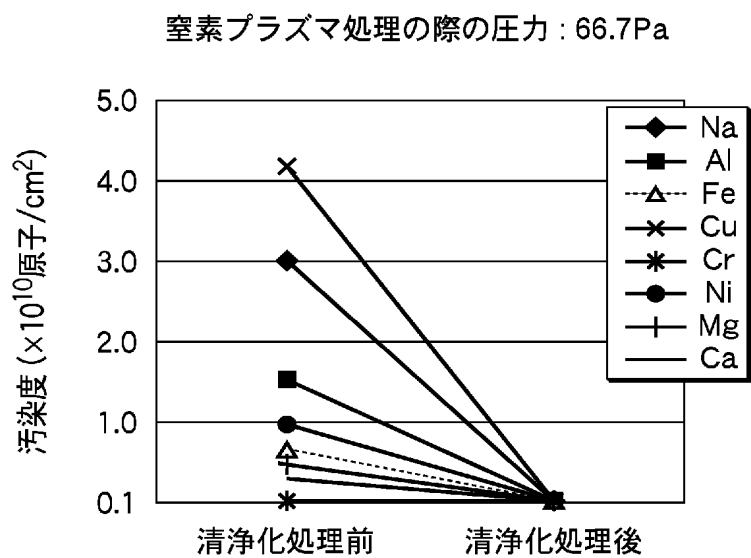
[図8]



[図9A]



[図9B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001057

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/31, 21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/31, 21/3065, H01L21/205, C23C16/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-154706 A (Applied Materials, Inc.), 09 June, 1998 (09.06.98), Par. Nos. [0185] to [0200], [0204] & EP 843348 A2 & US 6114216 A & KR 98042362 A & TW 359004 A	1,2,4,6-8,10 3,5,9,11 12-17
Y	JP 2003-183839 A (Tadahiro OMI), 03 July, 2003 (03.07.03), Par. Nos. [0011] to [0019], [0034] to [0050] & WO 2003/054949 A1	3,5,9,11
X	JP 10-233387 A (Denso Corp.), 02 September, 1998 (02.09.98), Par. Nos. [0023] to [0027], [0035] to [0037]; Fig. 4 & US 6090718 A	1,2,6,7,8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 April, 2005 (15.04.05)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2005 (10.05.05),

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001057

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2004-335789 A (Tadahiro OMI), 25 November, 2004 (25.11.04), Par. Nos. [0035] to [0046], [0059] & WO 2004/100246 A1	1-3, 6-9
E,X	JP 2005-85956 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 March, 2005 (31.03.05), Par. Nos. [0046] to [0053], [0067] (Family: none)	1, 6, 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/31, 21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/31, 21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 10-154706 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッ ド) 1998.06.09, 【0185】 - 【0200】 【0204】 & EP 843348 A2 & US 6114216 A & KR 98042362 A & TW 359004 A	1, 2, 4, 6-8, 10 3, 5, 9, 11 12-17
Y	JP 2003-183839 A (大見忠弘) 2003.07.03, 【0011】 - 【0019】 【0034】 - 【0050】 & WO 2003/054949 A1	3, 5, 9, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.04.2005

国際調査報告の発送日

10.05.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R

9169

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-233387 A (株式会社デンソー) 1998.09.02, 【0023】 - 【0027】 【0035】 - 【0037】 【図4】 & US 6090718 A	1, 2, 6, 7, 8
P, X	JP 2004-335789 A (大見忠弘) 2004.11.25 【0035】 - 【0046】 【0059】 & WO 2004/100246 A1	1-3, 6-9
E, X	JP 2005-85956 A (三菱重工業株式会社) 2005.03.31, 【0046】 - 【0053】 【0067】 (ファミリーなし)	1, 6, 7